

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Kakao Menggunakan Kombinasi *Forward Chaining* Dan *Case Based Reasoning*

Nur Amelia^{*1}, Ismail²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika Universitas Sulawesi Barat E-mail:

^{*1} nuramelia@gmail.com, ² ismailmajid@unsulbar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menggambarkan pengembangan aplikasi berbasis *Case Based Reasoning* dan *Forward Chaining* untuk sistem analisis gejala penyakit. Aplikasi ini dirancang dengan tujuan melakukan perhitungan pencarian kedekatan terhadap gejala dan penyakit berdasarkan kasus sebelumnya, serta melibatkan penalaran kedepan untuk memberikan solusi terhadap gejala yang diinputkan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 90% setelah dilakukan 20 kali pengujian, dengan uji *BlackBox* memverifikasi kinerja aplikasi tanpa adanya kesalahan fungsi. Kesimpulan penelitian menyarankan pengembangan lebih lanjut, baik dari segi algoritma dan metode, maupun pada permasalahan yang lebih kompleks. Disarankan juga untuk melakukan perbandingan algoritma guna menentukan metode terbaik dalam analisis atau diagnosa. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan aplikasi cerdas yang dapat memberikan solusi akurat terhadap gejala penyakit.

Kata kunci— Penyakit kakao, Sistem Pakar, *Case Based Reasoning*, *Forward Chaining*.

Abstract

This research describes the development of a *Case Based Reasoning* and *Forward Chaining*-based application for symptom-disease analysis system. The application is designed with the aim of calculating proximity between symptoms and diseases based on previous cases, incorporating forward chaining reasoning to provide solutions for inputted symptoms. Test results show an accuracy rate of 90% after 20 test iterations, with blackbox testing verifying the application's functionality without errors. The research conclusion suggests further development, both algorithmically and methodologically, as well as addressing more complex issues. Additionally, a recommendation is made for algorithm comparisons to determine the optimal method for analysis or diagnosis. This study contributes to the development of intelligent applications capable of providing accurate solutions to disease symptoms.

Keywords— Cocoa Diseases, Expert System, *Case Based Reasoning*, *Forward Chaining*.

1. PENDAHULUAN

Salah satu komoditas andalan perkebunan, kakao, memainkan peran penting dalam ekonomi Indonesia, terutama sebagai penyedia lapangan kerja, pendapatan, dan uang asing.

Komoditas perkebunan ini telah menjadi andalan bagi pendapatan nasional dan devisa negara Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari nilai ekspor komoditas perkebunan, dimana pada tahun 2013 total ekspor perkebunan mencapai US\$ 29,476 milyar atau setara dengan Rp.353,713 triliun (asumsi 1 \$=Rp.12.000) [1].

Sulawesi Barat sendiri menempatkan Kakao sebagai sebuah komoditi yang cukup besar dan menjadi salah satu sektor pertanian yang paling banyak diminati oleh Masyarakat [2]. Namun dalam beberapa masalah yang didapatkan para petani adalah adanya serangan hama atau penyakit yang menyerang menyerang Kakao yang sedang dikembangkan oleh para petani [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut penulis ingin membuat Sistem Pakar dalam melakukan diagnosa penyakit pada tanaman Kakao. Dimana tanaman Kakao sendiri mempunyai beberapa gangguan penyakit yang dapat menyerang tanaman tersebut. Adapun penyakit yang sering terdapat pada tanaman kakao yaitu busuk buah, kanker batang, antraknosa, upas, dan penyakit-penyakit lain seperti penyakit-penyakit akar, belang daun, tunas bengkok, penyakit sapu, busuk buah monilia, dan *vascular streak dieback* [4]. Tanaman kakao menghasilkan buah. Buah kakao difermentasi dan menjadi bubuk, yang disebut cokelat bubuk. Bubuk ini banyak digunakan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman, seperti selai, susu, roti, dan lainnya [5].

Tanaman kakao menghasilkan buah. Buah kakao difermentasi dan menjadi bubuk, yang disebut cokelat bubuk. Bubuk ini banyak digunakan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman, seperti selai, susu, roti, dan lain-lain [6]. Adapun penyakit-penyakit yang akan di diagnosa pada penelitian ada 8 penyakit dimana diantaranya adalah Penyakit Penggerek buah kakao, Busuk Buah Kakao (*Monilia*), Kanker Batang Kakao, Penyakit *Antraknose Colletrich*, Penyakit Akar, Hawar Benang, *Antraknosa*, dan Tunas Bengkok [7].

Penerapan metode *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* telah dilakukan sebelumnya oleh Sani dan kawan-kawan. Dimana dalam penelitian tersebut menggabungkan algoritma *Forward Chaining* dan *Case Base Reasoning* dalam mendeteksi penyakit computer/laptop, hasil yang dapat diberikan dari metode *Forward Chaining* adalah berupa basis pengetahuan serta kesimpulan, *Forward chaining*, juga dikenal sebagai runut maju, menggunakan himpunan kaidah kondisi untuk mencocokkan fakta atau pernyataan dalam pangkalan data dengan situasi yang dinyatakan dalam kaidah if. Saat fakta dalam pangkalan data sesuai dengan kaidah if, kaidah distimulasi. Sampai hasilnya diperoleh, prosedur ini diulang [8].

Namun, metode Case-Based Reasoning menghasilkan perhitungan dan nilai yang valid dari proses yang telah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, metode ini dianggap lebih akurat dalam menghasilkan kesimpulan. Dengan sistem ini, orang yang menggunakan komputer dapat lebih bebas merawat dan memperbaiki perangkat mereka sendiri [9].

Dalam penelitian ini penulis akan menggunakan Kombinasi Metode *Forward Chaining* dan *Case Based Reasoning* yang dimana *Forward chaining* merupakan metode yang dimulai dari memasukkan gejala-gejala penyakit tanaman kakao untuk mendapatkan kesimpulan dari gejala yang telah dimasukkan. Sedangkan *Case Based Reasoning* merupakan metode perhitungan yang setiap gejalanya memiliki nilai *belief* yang diberikan oleh seorang pakar.

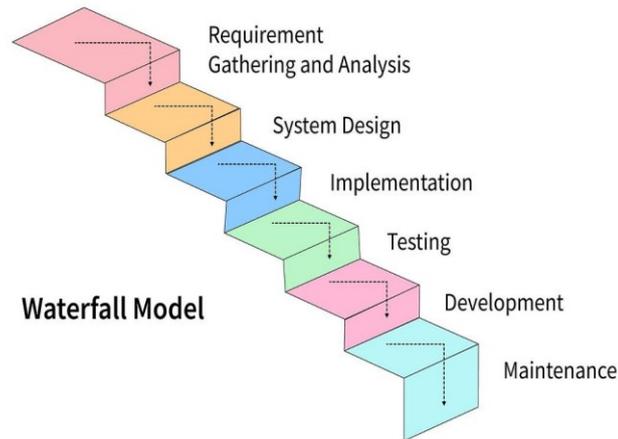
2. METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif yang bertujuan menguji hipotesa dari data-data yang telah dikumpulkan sesuai dengan teori dan konsep sebelumnya. Sebagaimana diketahui, penelitian kuantitatif merupakan suatu proses induktif yang diawali dengan pemahaman berdasarkan suatu kerangka teori, gagasan para ahli, atau pengalaman peneliti dan

berkembang menjadi suatu usulan masalah serta pemecahannya untuk memperoleh hasil yang sesuai menggunakan pendekatan deduktif. Pembeneran. Terbukti dengan statistik dan angka.

2.1 Metode Pengembangan Sistem

Pada penelitian ini akan menggunakan metode pengembangan *software* yang dimana menggunakan *Waterfall Model*. Adapun beberapa tahapan pengembangan *software* yang dilakukan adalah sebagai berikut:



Gambar 1 *Waterfall Model*

Berikut adalah penjelasan untuk setiap tahapan *waterfall model*:

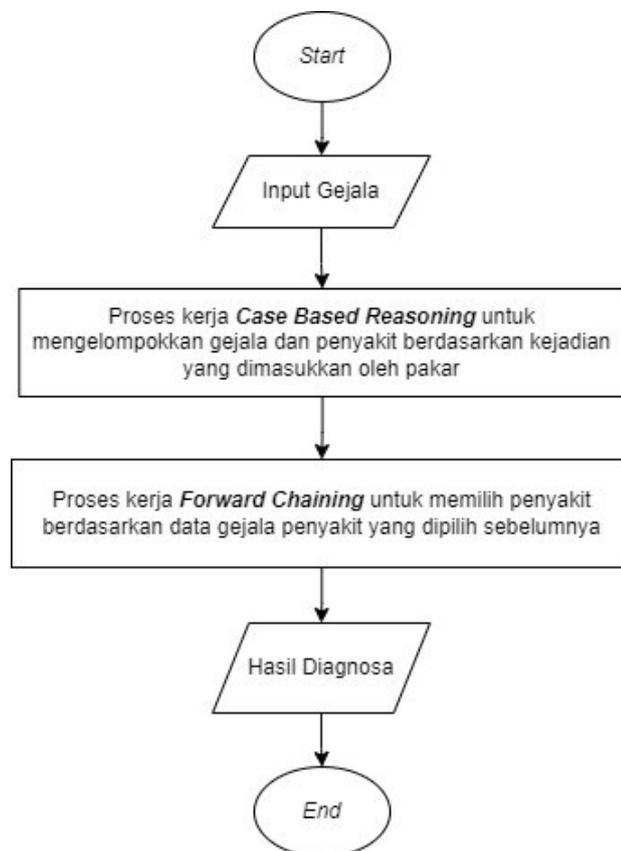
1. **Analisa Kebutuhan Sistem**
Analisis Kebutuhan (*Requirements*) merupakan fase pertama ini fokus pada pemahaman yang mendalam tentang kebutuhan pengguna dan sistem. Tim pengembangan bekerja sama dengan pemangku kepentingan untuk merinci kebutuhan fungsional dan non-fungsional
2. **Perancangan/Desain Sistem**
Perancangan (*Design*) merupakan tahapan kedua setelah kebutuhan dipahami, fase perancangan menghasilkan desain sistem yang rinci. Ini mencakup desain arsitektur, desain detail modul, dan perencanaan implementasi.
3. **Pembuatan Program/*Coding***
Implementasi (*Implementation*), ini merupakan fase yang melibatkan proses pembuatan atau *coding* berdasarkan desain yang telah dibuat. Tim pengembangan mulai mengimplementasikan kode program sesuai dengan spesifikasi. Proses pembuatan *coding* atau pengkodean merupakan penterjemahan desain ke dalam bahasa yang bisa dikenali oleh komputer, bahasa pemrograman yang di gunakan adalah PHP yang dimana menjadi Bahasa populer yang digunakan pada saat pembuatan sebuah website.
4. ***Testing***
Tahap *testing* ini merupakan tahapan penerapan sistem pakar diagnose penyakit pada tanaman kakao. Pada tahap ini juga akan dilakukan pengujian terhadap data yang diperoleh dari para petani atau pakar dimana akan dijadikan hasil analisis, apakah sistem yang dibuat ini dapat digunakan dengan tepat.
5. ***Development***

Development fase pengembangan (development phase) adalah bagian dari siklus pengembangan perangkat lunak di mana tim pengembangan menerjemahkan rancangan konsep menjadi produk perangkat lunak yang fungsional. Fase ini melibatkan implementasi, *coding*, dan pembuatan perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi dan desain yang telah disetujui. Pada fase ini akan dilakukan pengecekan terhadap hasil pada proses sebelumnya untuk melihat apa saja kekurangan dari sistem yang hendak dibangun.

6. Pemeliharaan (*Maintenance*)

Setelah perangkat lunak diluncurkan, fase pemeliharaan melibatkan pemeliharaan rutin dan perbaikan bug. Pembaruan atau perubahan juga dapat dilakukan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2.2 Flowchart Aplikasi



Gambar 2 Diagram Alur Sistem Diagnosa Penyakit Kakao

Gambar 2 merupakan *Flowchart* dari system diagnosa penyakit tanaman kakao dengan menerapkan algoritma *Forward Chaining* dan *Case-Based Reasoning*. Dimana dalam kerjanya aplikasi ini akan memasukkan data penyakit atau gejala-gejala apa saja yang dialami oleh tanaman kakao tersebut. Gejala tersebut kemudian di proses menggunakan pendekatan metode *Forward Chaining* dan kemudia akan di proses lebih lanjut oleh metode *Case-Based Reasoning* dalam melakukan diagnosa penyakit berdasarkan gejala yang ada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini penulis terlebih dahulu melakukan pengambilan data penyakit tanaman Kakao pada Kantor Pertanian Kecamatan Sendana. Yang mana peneliti akan mengambil data sesuai dengan kebutuhan penelitian ini yaitu data penyakit yang dialami oleh petani Kakao dan gejalanya. Pada saat pengambilan data penulis mendapatkan 8 penyakit dan 30 gejala berdasarkan data penyakit yang diambil dari tempat penelitian. Adapun hubungan antara jenis penyakit dan gejala untuk tanaman Kakao adalah sebagai berikut:

Table 1 Pengetahuan *Case Based Reasoning*

No	Nama Penyakit	Gejala
1	Penggerek Buah Kakao	Terdapat bekas gerakan larva
		Biji-biji kakao saling melekat/lengket
		Biji berwarna kehitaman
		Biji berukuran kecil
2	Busuk Buah Kakao (<i>Monilia</i>)	Muncul bercak kecil pada buah sekitar dua hari setelah infeksi
		Bercak berwarna coklat kemudian berubah menjadi kehitaman dan meluas dengan cepat sampai seluruh buah tertutup
		Buah benar-benar menghitam sekitar 14 hari dan jaringan internal termasuk biji, membentuk mumi yang merupakan sumber utama infeksi busuk buah
		Miselium putih muncul pada permukaan buah yang terinfeksi dan menjadi lebih padat seiring dengan perkembangan penyakit. Miselium menghasilkan sporangia yang banyak mengandung spora
3	Kanker Batang Kakao	Warna buahnya ada bercak hitam, dan bagian buah yang busuk umumnya tampak hitam dan basah. Infeksi bisa dimulai di dekat ujung atau batang buah
		Buah yang terinfeksi akan menjadi busuk total dalam waktu 2 minggu tergantung ukuran buah pada saat terinfeksi
		Mengelembungnya bagian batang atau cabang dan berwarna gelap atau kehitaman
		Terdapat cairan kemerahan yang tampak seperti lapisan karat
4	Penyakit Antraknose Colletrich	Jika lapisan yang membusuk ini dibersihkan akan tampak lapisan berwarna merah anggur
		Bintik-bintik coklat pada daun muda, bercak coklat yang tidak beraturan, infeksi pada daun muda dapat menyebabkan gugur daun
		Ranting gundul berbentuk seperti sapu, sering berlanjut dengan mati ranting
		Bintik-bintik coklat pada buah muda yang berkembang menjadi bercak coklat berlekuk (Antraksone), buah muda yang terserang menjadi layu, kering, dan mengeriput, serangan pada buah tua akan menyebabkan gejala busuk kering pada ujungnya
5	Penyakit Akar	Mula-mula daun menguning
		Layu dan akhirnya gugur kemudian diikuti dengan

		kematian tanaman
6	Hawar Benang	Perubahan warna daun dari hijau menjadi kuning dimulai dari bagian tengah daun mengikuti tulang-tulang daun Adanya kumpulan benang-benang jamur (miselium) berwarna putih yang merangkai daun dan ranting Benang-benang berubah menjadi cokelat dan akhirnya menjadi hitam Daun mengering dan masih menggantung diranting serta sebagian daun transparan
7	Penyakit Antraknosa	Buah akan layu dan mengering Infeksi ringan pada daun muda terlihat gejala bintik-bintik berwarna coklat Setelah daun berkembang bintik nekrosis menjadi bercak berlubang berwarna kuning, pada daun yang lebih tua bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan Daun muda yang terinfeksi berat mudah mengalami kerontokan dan menyebabkan ranting menjadi gundul
8	Tunas Bengkak	Tangkai daun membengkak dan daun keriting Pertumbuhan tunas terhenti Helai daun tampak numpuk(roset) dan tanaman kerdil Timbul berupa cabang-cabang yang banyak pada ranting yang sedang tumbuh sehingga membentuk seperti sapu pada tanaman kakao muda

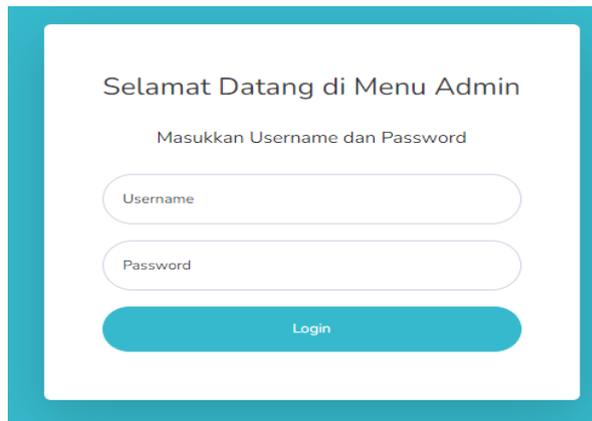
Data pada table 1 merupakan table pengetahuan yang akan digunakan untuk pengerjaan metode *Case Based Reasoning*. Dimana dari tabel tersebut terlihat 3 bagian yang umum digunakan yaitu nama penyakit, gejala, dan identitas dari penyakit yang hendak dijadikan sebagai rujukan pada penelitian ini.

3.1 Implementasi Metode *Case Based Reasoning* Dan *Forward Chaining* Pada Website

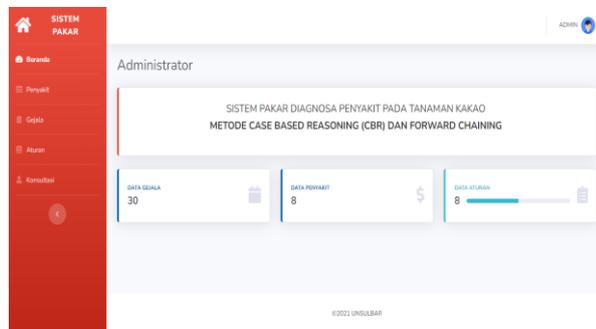
Adapun hasil implementasi algoritma *Case Based Reasoning* kedalam aplikasi dapat dilihat sebagai berikut.



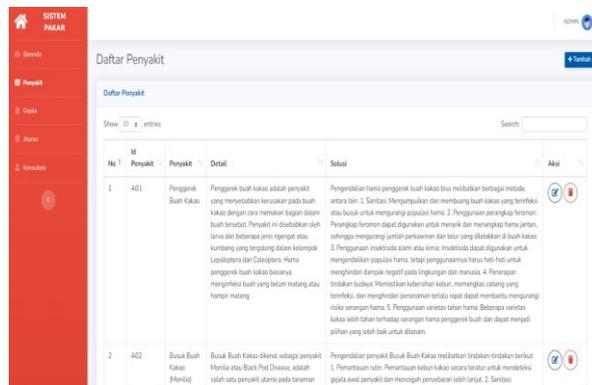
Gambar 3 Halaman Utama



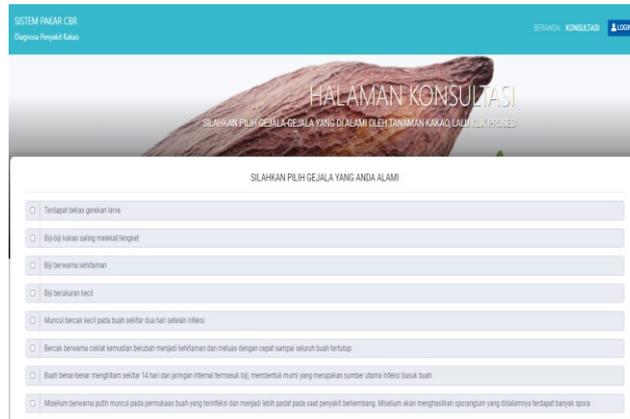
Gambar 4 Halaman Login



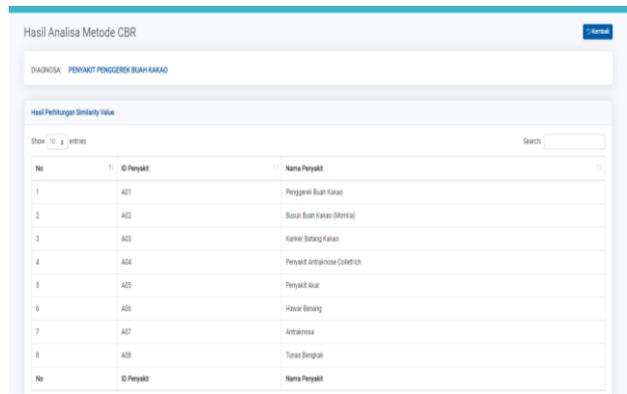
Gambar 5 Halaman Utama Admin



Gambar 6 Halaman Manajemen Data Penyakit



Gambar 7 Halaman Konsultasi Penyakit



Gambar 8 Halaman Hasil Diagnosa Penyakit Kakao

Selama pengujian aplikasi prediksi penyakit kakao menggunakan metode *Case Based Reasoning* dan *Forward Chaining*, dilakukan evaluasi terhadap hasil prediksi yang dihasilkan. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan validitas prediksi yang diberikan oleh aplikasi. Hasil pengujian yang valid adalah ketika prediksi penyakit yang diberikan oleh aplikasi sesuai dengan penyakit yang sebenarnya dialami oleh tanaman kakao. Hal ini dapat dikonfirmasi melalui perbandingan dengan diagnosis manual yang dilakukan oleh ahli tanaman atau melalui metode verifikasi lainnya.

3.3 Pengujian

Pengujian akurasi dilakukan untuk mengukur tingkat kebenaran yang dihasilkan dari aplikasi diagnosa penyakit tanaman kakao. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut:

Table 2 Pengujian Akutasi

No	Input Gejala	Pengujian Aplikasi	Pengujian Pakar	Keterangan
1	Terdapat bekas gigitan larva Biji-biji kakao saling melekat/lengket Biji berwarna kehitaman	Penggerak Buah Kakao	Penggerak Buah Kakao	Valid

2	Biji berwarna kehitaman Biji berukuran kecil	Penggerek Buah Kakao	Penggerek Buah Kakao	Valid
3	Buah menjadi hitam seluruhnya dalam waktu sekitar 14 hari dan jaringan bagian dalam, termasuk bijinya, membentuk mumifikasi. Inilah penyebab utama infeksi busuk buah. Miselium berwarna putih muncul pada permukaan buah yang terinfeksi dan menjadi lebih padat pada saat penyakit berkembang. Miselium akan menghasilkan sporangium yang didalamnya terdapat banyak spora	(<i>Monilia</i>)	(<i>Monilia</i>)	Valid
4	Bintik-bintik cokelat pada daun muda, bercak cokelat yang tidak beraturan, infeksi pada daun muda dapat menyebabkan gugur daun Ranting gundul berbentuk seperti sapu, sering berlanjut	Penyakit <i>Antraknose Colletrich</i>	Penyakit <i>Antraknose Colletrich</i>	Valid
5	Setelah daun berkembang bintik nekrosis menjadi bercak berlubang berwarna kuning,	Penyakit Antraknosa	Tunas Bengkak	Invalid

	pada daun yang lebih tua bintik nekrosis berkembang menjadi bercak nekrosis yang beraturan			
6	Mula-mula daun menguning Layu dan akhirnya gugur kemudian diikuti dengan kematian tanaman	Penyakit Akar	Penyakit Akar	Valid
7	Warna buahnya ada bercak hitam, dan bagian buah yang busuk umumnya tampak hitam dan basah. Infeksi bisa dimulai di dekat ujung atau batang buah	Kanker Batang Kakao	Busuk Buah Kakao	Invalid

Dari hasil yang didapatkan dari table 2 diatas menunjukkan hubungan antara pengujian menggunakan aplikasi dan pengujian dengan diagnosa seharusnya, sehingga dari data tersebut diperoleh hasil perbandingan antara jumlah data yang diprediksi benar dengan total semua data yang diujikan dalam hal ini adalah nilai akurasi. Adapun akurasi dari pengujian aplikasi adalah sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data Yang diprediksi Benar}}{\text{Total Semua Data yang di ujikan}} \times 100 \%$$

Yang dimana hasil perhitungannya dapat diturunkan seperti dibawah ini.

$$\text{Akurasi} = \frac{5}{7} \times 100 \% = 71,4 \%$$

Jadi, berdasarkan pengujian aplikasi dengan menggunakan 7 kali pengujian data di dapatkan hasil akurasi sebesar 71,4%. Data yang diprediksi benar yaitu Ketika data uji mempunyai kesamaan dengan data yang sebenarnya yang diambil dari pakar.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan yaitu: 1) aplikasi telah dibuat dengan mengimplementasikan metode *Case Based Reasoning* dan *Forward Chaining* pada sistem dengan tujuan untuk melakukan perhitungan pencarian kedekatan terhadap gejala dan penyakit berdasarkan kasus sebelumnya dan melakukan penalaran kedepan untuk mencari solusi terhadap gejala yang di inputkan. 2) Adapun hasil akurasi yang dihasilkan sebesar 71,4% yang dimana di ujikan dengan 7 kali pengujian. Untuk pengujian *blackbox* di dapatkan kesimpulan bahwa pengujian fungsi berjalan dengan baik tanpa kesalahan.

REFERENSI

- [1] Dirjenkeb, Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao, Jakarta: Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Kakao, 2017.
- [2] Komite Pemantauan Pelaksanaan Otonomi Daerah, Pengembangan Usaha Kakao di Kabupaten Majene Provinsi Sulawesi Barat, Jakarta: Ford Foundation, 2013.
- [3] J. M. Sitorus, I. D. P. O. Suardi dan I. G. S. A. Saputra, "Perilaku Petani Anggota Subak Abian dalam Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Kakao (*Theobroma cacao*) (Kasus Subak Abian Sida Karya, Banjar Petang, Desa Petang, Kecamatan Petang, Kabupaten Badung)," *E-Jurnal Agribisnis dan Agrowisata*, 2016.
- [4] S. Mulia dan D. Pasembe, "Prospek Pengembangan Pertanian Di Propinsi Sulawesi Barat," *Menyoroti Dinamika Pembangunan Pertanian Kawasan Timur Indonesia*, 2021.
- [5] Anonymous, "Teknis Bd KomPros," *Ilmu kebumihan dan Ilmu tanah*, 2018.
- [6] Amirullah, "Pusat Informasi Kakao Sulawesi Barat Dengan Pendekatan Arsitektur Post Modern," *Skripsi : UIN Alauddin Makassar*, 2018.
- [7] S. Hawa, Abdullah dan Usman, "SISTEM PAKAR DIAGNOSA PENYAKIT PADA TANAMAN KAKAO MENGGUNAKAN METODE FORWARD CHAINING (Studi Kasus Dinas Perkebunan Indragiri Hilir)," *Jurnal SISTEMASI*, 2015.
- [8] Y. R. Setyapratama, "Implementasi Case Based Reasoning Pada Sistem Pakar Dalam Identifikasi Kerusakan Yang Terjadi Di Vending Machine Boneka," *Skripsi : Universitas Muhammadiyah*, 2019.
- [9] A. Sani, J. Ferdiansyah, Sumarsono, B. G. Sudarsono dan D. Yuniarto, "Penerapan Metode Forward Chaining dengan Case-Based Reasoning pada Kerusakan Komputer," *Applied Information Systems and Management (AISM)*, 2019.